



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 199 26 633 A 1**

51 Int. Cl. 7:
B 21 B 1/40
B 21 B 13/00

21 Aktenzeichen: 199 26 633.6
22 Anmeldetag: 11. 6. 1999
43 Offenlegungstag: 5. 1. 2000

DE 199 26 633 A 1

30 Unionspriorität:
165029/98 12. 06. 1998 JP

71 Anmelder:
Yuasa Corp., Takatsuki, Osaka, JP

74 Vertreter:
Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner, 50667
Köln

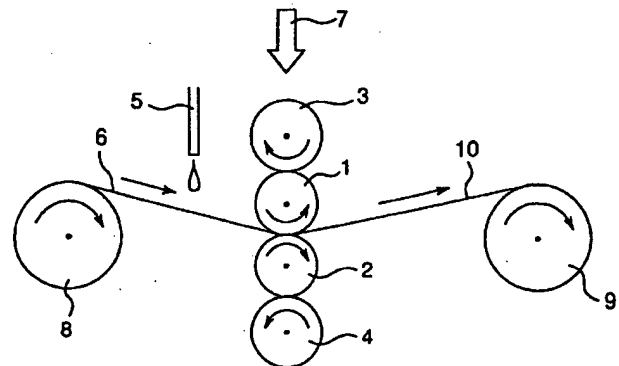
72 Erfinder:
Obata, Naoki, Takatsuki, Osaka, JP; Okada, Satoru,
Takatsuki, Osaka, JP; Ikanishi, Hitoshi, Takatsuki,
Osaka, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Vorrichtung zur Herstellung eines Dünnsfilms und Verfahren zur Herstellung eines Lithiumblechs

57 Eine Dünnsfilm bildende Vorrichtung für Lithium ist so konzipiert, daß ein Lithiumblech (6) durch Arbeitswalzen (1, 2), auf die Lasten von Stützwalzen (3, 4) einwirken, gewalzt wird, während das Blech durch zwei Arbeitswalzen (1, 2) aus Harz geführt wird, die zwischen den zwei Stützwalzen (3, 4) aus Metall gehalten werden. Das zu walzende Lithiumblech (6) wird von einer Abwickelrolle (8) zugeführt, und ein Lithiumblech (10), das zu einem Dünnsfilm geformt wurde, wird durch eine Aufnahmerolle (9) aufgenommen. Ein Gleitmaterial (5) wird auf das Lithiumblech (6) herabgetropft. Konvexe Teile (11), die sich fortlaufend über den gesamten Umfang in Umfangsrichtung der Umfangsfläche erstrecken, werden in großer Anzahl Seite an Seite auf Umfangsflächen der Stützwalzen (3, 4) über den gesamten Bereich ihrer Breite W gebildet. Dadurch werden die Umfangsflächenformen der Stützwalzen (3, 4) geriffelt.



DE 199 26 633 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Herstellung eines Dünnsfilms und ein Verfahren zur Herstellung eines Dünnsfilms, worin ein dünnes Lithiumblech, das als negative Elektrode einer Lithium-Batterie verwendet werden soll, durch Formen des Lithiumblechs zu einem Dünnsfilm hergestellt wird.

Konventionellerweise ist ein Verfahren zum Formen eines Lithiumblechs zu einem Dünnsfilm wohlbekannt, bei dem das Lithiumblech durch Arbeitswalzen, auf die Lasten von Stützwalzen einwirken, gewalzt wird, während das Blech zwischen zwei Arbeitswalzen aus Harz geführt wird, die zwischen den zwei Stützwalzen aus Metall gehalten werden. Bei diesem Verfahren werden die Umfangsflächen der Stützwalzen und der Arbeitswalzen so glatt wie möglich gemacht. In dem in der japanischen Offenlegungsschrift Nr. 299504/1995 offenbarten Verfahren werden die Rauigkeiten der Umfangsflächen dieser Walzen zu einer Rauigkeit von kleiner als z. B. 10 µm verbessert.

In dem obigen Verfahren ist es jedoch schwierig, ein schmales Lithiumblech fortlaufend zu walzen, da ein schlangenförmiges und einseitiges Zuführen des Lithiumblechs eintritt.

Die folgenden drei Verfahren (1) bis (3) sind dafür bekannt, das schlangenförmige und einseitige Zuführen zur Zeit des fortlaufenden Walzens des Lithiumblechs zu verhindern.

(1) Ein Verfahren, in dem das schlangenförmige und einseitige Zuführen des Lithiumblechs nachgewiesen wird und Lasten auf der rechten und der linken Seite der Walzen präzise gesteuert werden.

(2) Ein Verfahren, bei dem ein Widerstand in seitlicher Richtung des Lithiumblechs durch Vergrößern der Breite des Lithiumblechs erhöht wird.

(3) Ein Verfahren, in dem eine große Anzahl von Nuten, die sich parallel zu der Walzenrichtung erstrecken, auf den Umfangsflächen der Stützwalzen ausgebildet sind, und der Widerstand in seitlicher Richtung des Lithiumblechs durch diese Nuten erhöht wird.

Die obigen Verfahren (1) bis (3) schließen jedoch die folgenden Probleme ein.

In dem obigen Verfahren (1) wird eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens umfangreich und kostspielig. Zusätzlich dazu sind die Umfangsflächen der Stützwalzen und der Arbeitswalzen glatt, so daß die Oberfläche des gewalzten Lithiumblechs auch glatt wird. Da das Lithiumblech mit der glatten Oberfläche aufgrund seiner kleineren spezifischen Oberfläche einen größeren Oberflächenwiderstand hat, ist es zum Entladen großer Ströme ungünstig, wenn es als negatives Elektrodenmaterial verwendet wird.

In dem obigen Verfahren (2) sollte in dem Fall, in dem ein schmales Lithiumblech für ein Batteriematerial erforderlich ist, eine weitere Ausstanzarbeit oder Längsschneidarbeit für das gewalzte Lithiumblech angewendet werden, so daß ein Verlust von Lithiummaterial erzeugt wird. Zusätzlich dazu werden die Ecken des sich ergebenden Lithiumblechs abgerundet, wie in Fig. 6 gezeigt wird, wenn das Lithiumblech gestanzt wird. Das abgerundete Lithiumblech ist für die Kapazität der Batterie ungünstig, da seine spezifische Oberfläche durch diesen Rand verringert ist.

In dem obigen Verfahren (3) werden die auf den Umfangsflächen der Arbeitswalzen gebildeten Nuten durch die Stützwalzen und das Lithiumblech abgeschabt, so daß die Umfangsflächen der Arbeitswalzen allmählich glatt werden. Demgemäß wird das gleiche Problem wie in dem vorherge-

henden Verfahren (1) auftreten.

Eine Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung einer einen Dünnsfilm bildenden Vorrichtung und eines Verfahrens zur Bildung eines Dünnsfilm-Lithiumblechs, welches die oben erwähnten Probleme lösen kann.

In einem ersten erfindungsgemäßen Aspekt dieser Anmeldung wird eine einen Dünnsfilm bildende Vorrichtung bereitgestellt, in der ein Lithiumblech durch Arbeitswalzen, auf die Lasten von Stützwalzen einwirken, gewalzt wird, während das Blech zwischen den zwei Arbeitswalzen aus Harz geführt wird, die zwischen den zwei Stützwalzen aus Metall gehalten werden, dadurch gekennzeichnet, daß eine große Anzahl von konvexen Teilen, die sich fortlaufend über den gesamten Umfang in Umfangsrichtung erstrecken, Seite an Seite in seitlicher Richtung auf den Umfangsflächen der Stützwalzen gebildet werden.

In dem obigen, ersten erfindungsgemäßen Aspekt reicht der Zwischenraum zwischen den Spitzenpunkten der konvexen Teile, die in großer Anzahl in seitlicher Richtung angeordnet sind, vorzugsweise von 0,02 mm bis 1,0 mm, und die Höhe derselben reicht vorzugsweise von 0,01 mm bis 0,1 mm.

Ein zweiter erfindungsgemäßer Aspekt der Anmeldung stellt ein Verfahren zur Herstellung eines Dünnsfilms bereit, in dem ein Lithiumblech durch Arbeitswalzen, auf die Lasten von Stützwalzen einwirken, gewalzt wird während das Blech zwischen den zwei Arbeitswalzen aus Harz geführt wird, die zwischen den zwei Stützwalzen aus Metall gehalten werden, dadurch gekennzeichnet, daß Stützwalzen verwendet werden, auf denen eine große Anzahl von konvexen Teilen, die sich fortlaufend über den gesamten Umfang in Umfangsrichtung erstrecken, gebildet wird, und die folgenden zwei Verfahren darin eingeschlossen sind: ein Verfahren zur Übertragung der Umfangsflächenformen der Arbeitswalzen auf die Umfangsflächen der Stützwalzen und ein Verfahren zur Übertragung der Umfangsflächenformen der Arbeitswalzen auf die Oberflächen des Lithiumblechs, das mit den Umfangsflächen der Arbeitswalzen in Kontakt steht.

In dem obigen, zweiten erfindungsgemäßen Aspekt reicht der Zwischenraum zwischen den Spitzenpunkten der konvexen Teile, die in großer Anzahl in seitlicher Richtung angeordnet sind, vorzugsweise von 0,02 mm bis 1,0 mm, und die Höhe derselben reicht vorzugsweise von 0,01 mm bis 0,1 mm.

Die dünnfilmbildende Vorrichtung für ein Lithiumblech der Erfindung ist – wie durch Fig. 1 erläutert ist – so konzipiert, daß ein Lithiumblech 6 durch die Arbeitswalzen 1 und 2, auf die Lasten der Stützwalzen 3 und 4 einwirken, gewalzt wird, während das Blech zwischen den zwei Arbeitswalzen 1 und 2 aus Harz geführt wird, die zwischen den zwei Stützwalzen 3 und 4 aus Metall gehalten werden. Das zu walzende Lithiumblech 6 wird von einer Abwickelrolle 8 zugeführt, und ein durch Auswalzen zu einem Dünnsfilm geformtes Lithiumblech 10 wird von einer Aufnahmerolle 9 aufgenommen. Ein Gleitmaterial 5 wird auf das Lithiumblech 6 herabgetropft. Wie durch Fig. 3 gezeigt wird, welche eine vergrößerte Ansicht des A-Teils von Fig. 2 darstellt, werden konvexe Teile 11, die sich fortlaufend über den gesamten Umfang in Umfangsrichtung der Umfangsflächen erstrecken, in großer Anzahl Seite an Seite auf Umfangsflächen der Stützwalzen 3 und 4 über den gesamten Bereich ihrer Breite W gebildet (Fig. 2). Auf diese Weise werden die Umfangsflächenformen der Stützwalzen 3 und 4 geriffelt.

Gemäß der Vorrichtung der vorhergehenden Struktur werden die Umfangsflächenformen der Stützwalzen 3 und 4 auf die Umfangsflächen der Arbeitswalzen 1 und 2 übertra-

gen. Das Lithiumblech 6 wird gewalzt, während die Umfangsflächenformen der Arbeitswalzen 1 und 2 auf beide Oberflächen des Lithiumblechs 6 übertragen werden, so daß das zu einem Dünnschicht geformte Lithiumblech 10 erhalten werden kann.

Gemäß der Vorrichtung der vorhergehenden Struktur werden die Umfangsflächenformen der Stützwalzen 3 und 4 derartig auf die Umfangsflächen der Arbeitswalzen 1 und 2 übertragen, daß die Umfangsflächenformen der Arbeitswalzen 1 und 2 geriffelt werden. Da die Übertragungsarbeit immer während des Betriebs durchgeführt wird, werden zusätzlich dazu die Umfangsflächenformen der Arbeitswalzen 1 und 2 immer geriffelt. Deshalb wird der seitliche Widerstand des Lithiumblechs 6 mit der Zeit groß, wenn dasselbe mit den Umfangsflächen der Arbeitswalzen 1 und 2 in Kontakt kommt, so daß das schlangenförmige und einseitige Zuführen des Lithiumblechs 6 nicht eintritt, selbst wenn das Lithiumblech 6 schmal ist. Aus diesem Grund kann gemäß der Dünnschicht-bildenden Vorrichtung oder dem Dünnschicht-bildenden Verfahren der Erfindung das Lithiumblech 6 fortlaufend und in stabiler Weise gewalzt werden, selbst wenn das Lithiumblech 6 schmal ist.

Gemäß der Vorrichtung der vorhergehenden Struktur werden die Umfangsflächenformen der Arbeitswalzen 1 und 2 auf beide Oberflächen des Lithiumblechs 6 übertragen, so daß beide Oberflächenformen eines zu einem Dünnschicht geformten Lithiumblechs 10 geriffelt sind. Deshalb hat das Lithiumblech 6 eine große spezifische Oberfläche, so daß es für eine Entladung großer Stromstärke vorteilhaft ist, wenn das Lithiumblech 10 als negatives Elektrodenmaterial verwendet wird. Aus diesem Grund kann gemäß der Dünnschicht-bildenden Vorrichtung oder dem Dünnschicht-bildenden Verfahren der Erfindung ein dünnes Lithiumblech, das für ein Entladen mit großer Stromstärke vorteilhaft ist, hergestellt werden.

Da das Lithiumblech 6 auf stabile Weise und fortlaufend gewalzt werden kann, selbst wenn das Lithiumblech schmal ist, kann weiterhin gemäß der Vorrichtung der vorhergehenden Struktur das Lithiumblech 10 auf stabile Weise erhalten werden, selbst wenn das erforderliche Lithiumblech 10 eine schmale Breite hat. Deshalb ist es nicht notwendig, weiterhin die Stanz- oder Schneidearbeit für das Lithiumblech 10 durchzuführen, um das schmale Lithiumblech 10 zu erhalten. Demgemäß wird kein Verlust an Lithiummaterial erzeugt. Die Ecken des Lithiumblechs 10 werden nicht abgerundet, weil die Stanzarbeit nicht nötig ist. Aus diesem Grund ist das Lithiumblech 10, wenn es als Batteriematerial verwendet wird, in bezug auf die Batteriekapazität vorteilhaft.

Gemäß der Dünnschicht-bildenden Vorrichtung oder dem Dünnschicht-bildenden Verfahren der Erfindung, wie oben beschrieben, kann der Verlust an Lithiummaterial eliminiert werden und das für die Batteriekapazität vorteilhafte Lithiumblech hergestellt werden.

In bezug auf die konvexen Teile 11, die auf den Umfangsflächen der Stützwalzen 3 und 4 ausgebildet sind, reicht der Zwischenraum P zwischen den Spitzenpunkten vorteilhafterweise von 0,02 mm bis 1,0 mm, und die Höhe H derselben reicht vorteilhafterweise von 0,01 bis 0,1 mm, wie in Fig. 3 erläutert wird. Wenn die Werte von P und H größer als die obigen Werte sind, werden die Kontaktflächen der Arbeitswalzen 1 und 2 mit dem Lithiumblech 6 groß, so daß Reibungswiderstände zwischen denselben erhöht werden und die Walzgeschwindigkeit des Lithiumblechs 6 reduziert wird. Wenn die Werte von P und H größer als die obigen Werte sind, wird es weiterhin unmöglich, ein Lithiumblech 6 zu walzen, welches eine Dicke hat, die kleiner als die Höhe des konvexen Teils 11 ist, da das Lithiumblech 6 zer-

brechen würde. Wenn andererseits die Werte von P und H kleiner als die obigen Werte sind, wird es schwer, die gesamten Umfangsflächen der Stützwalzen 3 und 4 auf gleichmäßige Weise spanabhebend zu bearbeiten, der Grund dafür ist das Verschleifen des Endes der Fräsmesserspitze in dem Fall, daß die Umfangsflächen auf einer Drehbank spanabhebend bearbeitet werden, um die konvexen Teile 11 auf den Umfangsflächen der Stützwalzen 3 und 4 zu bilden. Deshalb kann gemäß der Dünnschicht-bildenden Vorrichtung oder dem Dünnschicht-bildenden Verfahren der Erfindung, in dem der Zwischenraum P und die Höhe H wie vorhergehend definiert sind, eine Reduktion der Walzgeschwindigkeit des Lithiumblechs 6 verhindert werden, kann selbst ein Lithiumblech 6, das eine Dicke aufweist, die kleiner als die Höhe des konvexen Teils 11 ist, gewalzt werden und können die konvexen Teile 11 über die gesamten Umfangsflächen der Stützwalzen 3 und 4 gleichmäßig gebildet werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist eine schematische Ansicht der Dünnschicht-bildenden Vorrichtung für ein Lithiumblech der Erfindung. Fig. 2 ist eine Seitenansicht von Stützwalzen für die Vorrichtung von Fig. 1. Fig. 3 ist eine teilweise vergrößerte Ansicht von Fig. 1. Fig. 4 ist eine Draufsicht eines schmalen Lithiumblechs, das durch die Vorrichtung der Erfindung zu einem Dünnschicht geformt wurde. Fig. 5 ist eine graphische Abbildung zum Vergleich der Entladungseigenschaften einer Lithium-Batterie vom Filmtyp unter Verwendung des durch die Vorrichtung der Erfindung zu einem Dünnschicht geformten Lithiumblechs mit denjenigen einer Lithium-Batterie vom Filmtyp unter Verwendung eines konventionellen Lithiumblechs, das eine glatte Oberfläche aufweist. Fig. 6 ist eine Draufsicht eines schmalen Lithiumblechs, das durch Stanzen eines zu einem Dünnschicht geformten, herkömmlichen Lithiumblechs erhalten wurde.

Fig. 1 ist eine schematische Ansicht der Dünnschicht-bildenden Vorrichtung für ein Lithiumblech der Erfindung. Diese Vorrichtung ist so konstruiert, daß das Lithiumblech 6 durch die Arbeitswalzen 1 und 2, auf die Lasten von den Stützwalzen 3 und 4 einwirken, gewalzt wird, während das Blech durch die zwei Arbeitswalzen 1 und 2, die zwischen den beiden Stützwalzen 3 und 4 gehalten werden, geführt wird. Das Lithiumblech 6 hat eine Breite von 17 mm und eine Dicke von 200 µm. Die Stützwalzen 3 und 4 haben einen Durchmesser von 40 mm und sind aus rostfreiem Stahl. Die Arbeitswalzen 1 und 2 haben einen Durchmesser von 33 mm und bestehen aus Polypropylen. Die von 30 kg bis 70 kg reichende Last wird von oben gleichmäßig über die gesamte Breite der Stützwalzen 3 und 4 aufgebracht. Die Arbeitswalzen 1 und 2 werden mit einer Umdrehungsgeschwindigkeit von 20 U/min angetrieben, indem man nur die Arbeitswalze 2 an einen Motor ankuppelt. In diesem Fall können die Arbeitswalzen 1 und 2 gleichzeitig angetrieben werden, indem man sie mit Getrieben kuppelt. Das Lithiumblech 6 wird von der Abwickelrolle 8 zugeführt und das Lithiumblech 10, welches durch Walzen zu einem Dünnschicht geformt wird, wird durch die Aufnahmerolle 9 aufgenommen. Die Abwickelrolle 8 wird durch eine Bremse gesteuert, und die Aufnahmerolle 9 wird durch einen Vorschubmotor angetrieben, so daß auf beide Lithiumbleche 6 und 10, die zwischen beiden Rollen 8 und 9 transportiert werden, eine Spannung bis zu einem Grad aufgebracht wird, der kleiner als die Streckgrenze ist. Das Gleitmaterial 5 wird auf das Lithiumblech 6 herabgetropft. Das Gleitmaterial 5 umfaßt Toluol, welches mit einer Geschwindigkeit von 1 g/min herabgetropft wird.

Wie in Fig. 3 gezeigt wird, werden die konvexen Teile 11, die sich fortlaufend über den gesamten Umfang in Um-

fangsrichtung der Umfangsfläche erstrecken, in großer Anzahl Seite an Seite auf den Umfangsflächen der Stützwalzen 3 und 4 über den gesamten Bereich ihrer Breite W (Fig. 2) gebildet. Die konvexen Teile 11 haben dreieckige Querschnitte und werden Seite an Seite, eng aneinander, in Richtung der Breite W angeordnet. Der Zwischenraum P zwischen den Spitzenenden der konvexen Teile 11 wird auf 0,1 mm eingestellt, und die Höhe H der konvexen Teile 11 wird auf 0,03 mm eingestellt. Dadurch werden die Umfangsflächenformen der Stützwalzen 3 und 4 geriffelt.

Die Funktion der Vorrichtung mit der vorhergehenden Struktur wird nachstehend beschrieben.

Das um die Abwickelrolle 8 gewickelte Lithiumblech 6 wird, nachdem auf dasselbe das Gleitmaterial 5 von oben getropft wurde, durch die Arbeitswalzen 1 und 2 geführt. In diesem Moment wird es durch die Arbeitswalzen 1 und 2, auf welche die Last 7 von den Stützwalzen 3 und 4 einwirkt, gewalzt, um somit das zu einem Dünnsfilm geformte Lithiumblech 10 zu werden, und wird dann von der Aufnahme-rolle 9 aufgenommen. Hier kann das Lithiumblech 10, das eine Dicke von 40 µm aufweist, mit einer Genauigkeit von ±3 µm erhalten werden.

In diesem Fall werden die Umfangsflächenformen der Stützwalzen 3 und 4 auf die Umfangsflächen der Arbeitswalzen 1 und 2 übertragen, und die Umfangsflächenformen der Arbeitswalzen 1 und 2 werden auf beide Oberflächen des Lithiumblechs 6 übertragen. Dadurch werden Umfangsflächen, die den Umfangsflächenformen der Stützwalzen 3 und 4 gleich sind, auf beiden Oberflächen des erhaltenen Lithiumblechs 10 gebildet. D.h. es werden Oberflächenformen, die denjenigen von Fig. 3 gleich sind, auf beiden Oberflächen des Lithiumblechs 10 gebildet.

Gemäß der die vorhergehende Struktur aufweisenden Vorrichtung oder dem durch die Vorrichtung durchgeführten Verfahren können die folgenden Wirkungen erhalten werden.

(1) Da die Umfangsflächenformen der Stützwalzen 3 und 4 auf die Umfangsflächen der Arbeitswalzen 1 und 2 übertragen werden, werden die Umfangsflächenformen der Arbeitswalzen 1 und 2 geriffelt. Da, zusätzlich dazu, diese Übertragungsarbeit immer während des Betriebs durchgeführt wird, werden die Umfangsflächenformen der Arbeitswalzen 1 und 2 immer geriffelt. Da der seitliche Widerstand des Lithiumblechs 6 groß wird, wenn dasselbe mit den Umfangsflächen der Arbeitswalzen 1 und 2 in Kontakt kommt, tritt daher das schlangenförmige und einseitige Zuführen des Lithiumblechs 6 nicht ein, selbst wenn die Breite des Lithiumblechs 6 klein ist. Demgemäß kann das Lithiumblech 6 auf stabile und fortlaufende Weise gewalzt werden, selbst wenn es schmal ist.

(2) Da die Umfangsflächenformen der Arbeitswalzen 1 und 2 auf beide Oberflächen des Lithiumblechs 6 übertragen werden, werden die beiden Oberflächenformen des Lithiumblechs 10 geriffelt. Da die spezifische Oberfläche des Lithiumblechs 10 groß ist, wird dasselbe daher für das Entladen eines großen Stroms vorteilhaft sein, wenn es als negatives Elektrodenmaterial verwendet wird. Deshalb kann ein dünnes Lithiumblech, das für das Entladen großer Ströme vorteilhaft ist, hergestellt werden.

(3) Da das Lithiumblech 6 auf stabile und fortlaufende Weise gewalzt werden kann, selbst wenn es schmal ist, kann das Lithiumblech 10 auf stabile Weise erhalten werden, selbst wenn das erforderliche Lithiumblech 10 eine schmale Breite hat. Deshalb ist es nicht notwendig, weiterhin die Stanz- und Schneidarbeit für das

Lithiumblech 10 durchzuführen, um das schmale Lithiumblech 10 zu erhalten. Demgemäß wird kein Verlust an Lithiummaterial erzeugt. Die Ecken des Lithiumblechs 10 werden nicht abgerundet, da eine Stanzarbeit nicht notwendig ist. Aus diesem Grund ist das Lithiumblech 10, wenn es als Batteriematerial verwendet wird, in bezug auf die Batteriekapazität vorteilhaft. Wie oben beschrieben wurde, kann der Verlust an Lithiummaterial eliminiert werden, und das für die Batteriekapazität vorteilhafte Lithiumblech kann hergestellt werden.

(4) Bei den konvexen Teilen 11, die auf den Umfangsflächen der Stützwalzen 3 und 4 gebildet werden, liegt der Zwischenraum P zwischen den Spitzenpunkten im Bereich von 0,02 mm bis 1,0 mm, und die Höhe liegt im Bereich von 0,01 mm bis 0,1 mm, wie in Fig. 3 erläutert wird. Deshalb kann eine Reduktion der Walzgeschwindigkeit des Lithiumblechs 6 verhindert werden, das Lithiumblech 6, das eine Dicke aufweist, die kleiner als die Höhe der konvexen Teile 11 ist, kann gewalzt werden und weiterhin können die konvexen Teile 11 gleichmäßig auf den gesamten Umfangsflächen der Stützwalzen 3 und 4 gebildet werden.

In der nächsten Stufe wurde die Entladungseigenschaft des durch die Vorrichtung der vorhergehenden Struktur erhaltenen Lithiumblechs 10 untersucht. Eine Lithium-Batterie α vom Filmtyp wurde unter Verwendung des Lithiumblechs 10 als negatives Elektrodenmaterial hergestellt, und eine Lithium-Batterie β vom Filmtyp wurde unter Verwendung eines herkömmlichen Lithiumblechs mit glatten Oberflächen als negatives Elektrodenmaterial hergestellt. Dann wurden die beiden Batterien verglichen. Die Vergleichstests wurden unter einer Atmosphäre von -20°C auf derartige Weise durchgeführt, daß beide Batterien α und β einer Impulsentladung während 0,15 Sekunden unterzogen wurden, und die Widerstandswerte aus den Werten des fließenden, elektrischen Stroms und den Werten des Spannungsabfalls in diesem Augenblick berechnet wurden. Die Ergebnisse sind in Fig. 5 aufgeführt. Wie aus Fig. 5 ersichtlich ist, ergibt die Batterie α, bei der das Lithiumblech 10 verwendet wird, Widerstandswerte bei dem gleichen Entladungsstrom, die um 30 bis 40% kleiner sind als diejenigen der Batterie β.

In der Vorrichtung oder dem Verfahren mit der vorhergehenden Struktur können alternative Strukturen verwendet werden, wie nachstehend beschrieben ist.

(1) Die Dicke des Lithiumblechs 10 kann in freier Weise auf einen Wert verändert werden, der größer als 25 µm ist, indem man die Durchmesser der Arbeitswalzen 1 und 2, die Höhe H der konvexen Teile 11, die Menge des Gleitmaterials 5 und das Maß der Last 7 verändert.

(2) In dem Fall, daß die Dicke des Lithiumblechs 10 größer als 50 µm ist, können die Arbeitswalzen 1 und 2 aus Polyethylen hoher Molmasse hergestellt werden.

(3) Die Stützwalzen 3 und 4 können aus Duraluminium oder Messing sein. Da die spananhebende Bearbeitung der Stützwalzen 3 und 4 verbessert werden kann, wenn diese Materialien verwendet werden, kann eine spananhebende Bearbeitung der Stützwalzen 3 und 4 gleichmäßiger auf einer Drehbank durchgeführt werden, um die konvexen Teile 11 zu bilden.

Patentansprüche

1. Dünnsfilm-bildende Vorrichtung für ein Lithiumblech, worin ein Lithiumblech durch Arbeitswalzen,

auf die Lasten von Stützwalzen einwirken, gewalzt wird, während das Blech durch die zwei Arbeitswalzen aus Harz geführt wird, die zwischen den zwei Stützwalzen aus Metall gehalten werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine große Anzahl von konvexen Teilen, die sich fortlaufend über den gesamten Umfang in Umfangsrichtung erstrecken, Seite an Seite in seitlicher Richtung auf der Oberfläche der Stützwalzen gebildet werden.

2. Dünnfilm-bildende Vorrichtung für ein Lithiumblech gemäß Anspruch 1, worin der Zwischenraum zwischen dem Spitzenpunkt der konvexen Teile, die Seite an Seite in einer großen Anzahl in seitlicher Richtung angebracht sind, von 0,02 mm bis 1,0 mm reicht, und die Höhe der konvexen Teile von 0,01 bis 0,1 mm reicht.

3. Dünnfilm-bildendes Verfahren für ein Lithiumblech, worin ein Lithiumblech durch Arbeitswalzen gewalzt wird, auf die Lasten von Stützwalzen einwirken, während das Blech zwischen den zwei Arbeitswalzen aus Harz geführt wird, die zwischen den zwei Stützwalzen aus Metall gehalten werden, dadurch gekennzeichnet, daß Stützwalzen verwendet werden, auf denen eine große Anzahl von konvexen Teilen, die sich fortlaufend über den ganzen Umfang in Umfangsrichtung erstrecken, gebildet werden, und worin die folgenden 2 Verfahren eingeschlossen sind:

ein Verfahren zur Übertragung von Umfangsflächenformen von Stützwalzen auf die Umfangsflächen der Arbeitswalzen, und

ein Verfahren zur Übertragung von Umfangsflächenformen der Arbeitswalzen auf die Oberflächen des Lithiumblechs, die mit den Umfangsflächen der Arbeitswalzen in Kontakt stehen.

4. Dünnfilm-bildendes Verfahren für ein Lithiumblech gemäß Anspruch 3, worin der Zwischenraum zwischen dem Spitzenpunkt der konvexen Teile, die Seite an Seite in großer Anzahl in seitlicher Richtung angeordnet sind, von 0,02 mm bis 1,0 mm reicht, und die Höhe der konvexen Teile von 0,01 mm bis 0,1 mm reicht.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

Fig.1

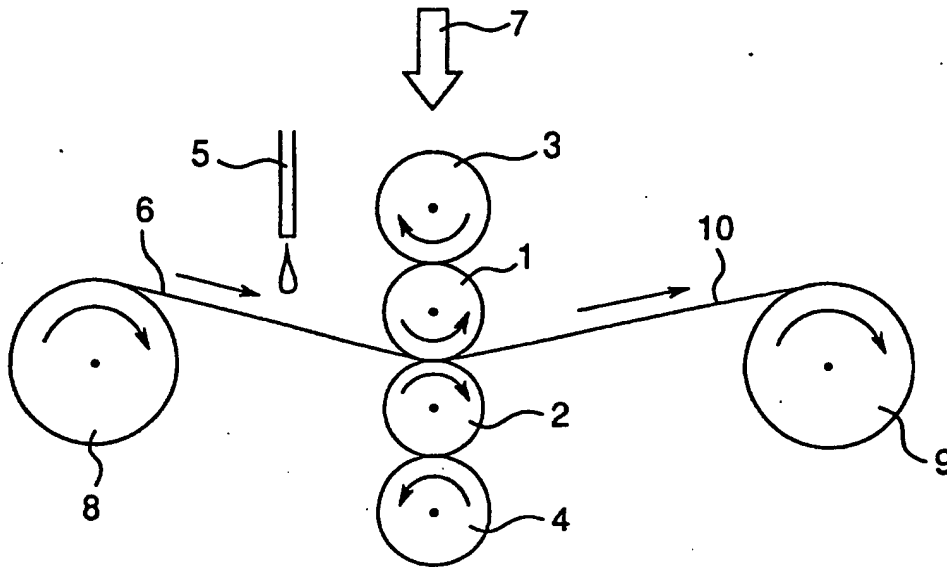


Fig.2

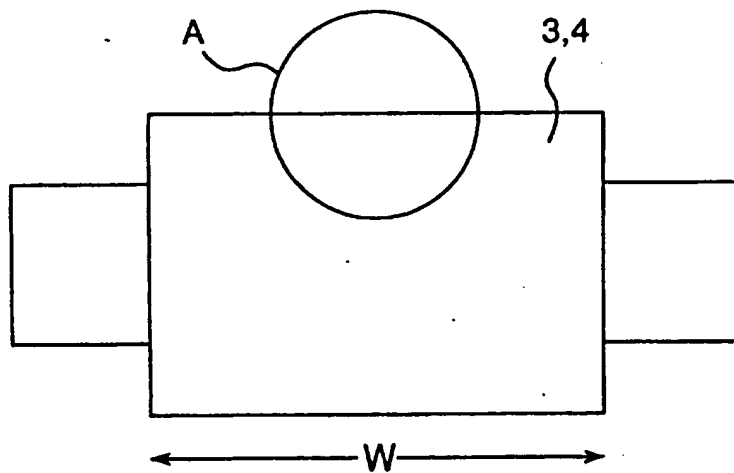


Fig.3

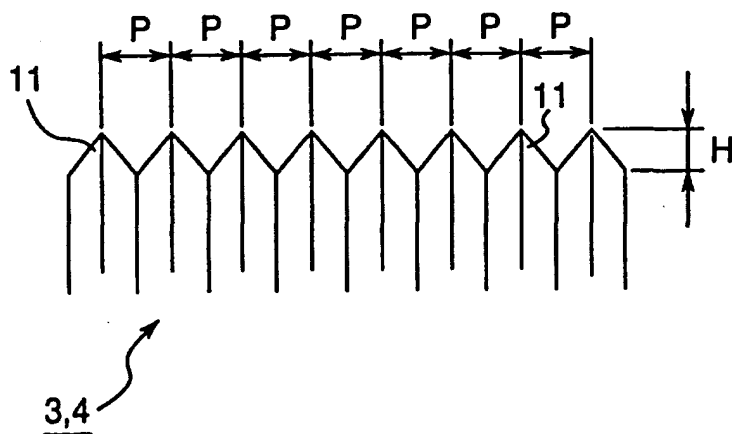


Fig.4

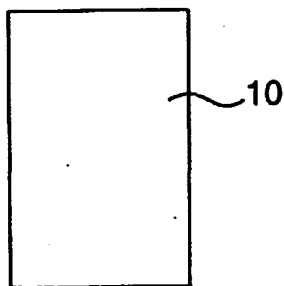


Fig.5

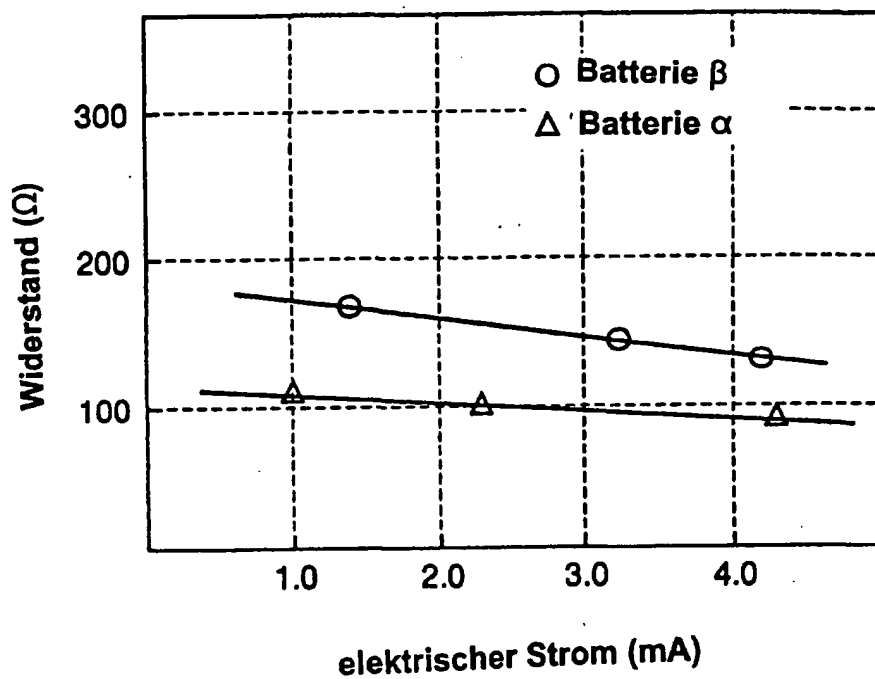


Fig.6

